Samenreife und Samenruhe der Mistel (Viscum album L.) und die Umstände, welche die Keimung beeinflussen

von

Prof. **E. Heinricher,**

k. M. Akad. Wiss.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1912.)

Die eigenartigen morphologischen Verhältnisse im Aufbau der Scheinbeere von *Viscum* bringen es mit sich, daß sich die Reife der *Viscum*-Samen sehr schwer oder — besser — gar nicht sicher bestimmen läßt. Was wir als »Samen« aus der schleimigen Beere — bei möglichster Entfernung des Schleimes — herauslesen, ist ja bekanntlich eher als Frucht zu bezeichnen. Der Inhalt, den eine häutige Schicht, das Endokarp, umschließt, ist jeweils aus mehreren Samenanlagen hervorgegangen, von denen allerdings oft nur eine einen Embryo entwickelt hat, während in anderen Fällen zwei oder auch drei, selbst vier der Samenanlagen Embryonen bilden. Immer erscheint im übrigen das Ganze als eine einheitliche Masse, die man als Same zu bezeichnen pflegt und welchen Ausdruck auch wir im nachstehenden beibehalten wollen.

Schon Van Tieghem[1] erwähnt das Vorkommen von vier Embryonen in einem Samen. Da es aber jedenfalls selten ist, führe ich einen solchen mit vier auskeimenden Embryonen

---

[1] Anatomie des fleurs et du fruits du gui. Ann. sc. nat., 5. sér., t. XII, 1869.

in Abbildung $1^1/_2$ mal vergrößert vor. Bei einer Apfelmistel fand ich zwei derartige Samen, ebenso bei einer Lindenmistel.

Es erfolgt nun bei der Mistel kein selbständiges Öffnen der Frucht, was uns in vielen Fällen als Zeichen der Samenreife dient. Dies ist jedoch auch bei anderen Beerenfrüchten der Fall. Allein gewöhnlich geben uns dann Veränderungen in der Beschaffenheit und Farbe der Samenschale ein äußeres Kennzeichen für die Reife der Samen; aber auch solche fehlen uns völlig bei der Mistel, wo die Individualität der einzelnen Samen vollständig verloren gegangen ist. Ebenso mangeln dem Endokarp, das den Komplex der Samen umkleidet, jegliche Anzeichen, die uns als Merkmal der Samenreife dienen könnten. Es bleibt also nur die Beerenfarbe übrig und im allgemeinen wird man die Samenreife der Mistel dann annehmen, wenn die Beeren weiß geworden sind. Aber auch dies ist eine teilweise willkürliche Annahme, denn ebenso wie eine Reineclaude trotz ihres grünen Fruchtfleisches reif ist, ebenso können es die Samen in einer noch grünen Beere sein. Für die auf Kiefern wachsende Mistel ist es bekannt, daß die Beeren lange einen grünlichen Farbenton bewahren und ist dieser sogar mit zur Charakteristik dieser Mistel als Rasse »*Viscum laxum*« Boissier angeführt worden.[1]

Diese Ausführungen bezweckten nur, darzutun, daß wir bei Festsetzung der Samenreife der Mistel etwas unsicher sind und mit einiger Willkür verfahren müssen. Wiesner, der sich mit der Keimung der Mistel viel befaßt hat, nimmt die Reife der Samen als mit Ende Oktober erreicht an und wir wollen uns im folgenden dieser Annahme anschließen.[2]

Sicher steht fest, daß die Samen der Mistel, wie so viele andere, einer Ruhezeit bedürfen, d. h. nicht unmittelbar nach der Reife zur Keimung gebracht werden können.

---

[1] Vgl. Dr. Rob. Keller, Beiträge zur schweizerischen Phanerogamenflora. II. Die Coniferenmistel. Botan. Zentralblatt, 1890, Bd. XLIV, p. 273.

[2] Daß bei dieser Annahme gleichfalls noch viel Willkür mitspielt, ist ohne weiteres ersichtlich, denn Höhenlage und Klima werden die Reife an örtlich verschiedenen Standorten wohl sicher zeitlich beschleunigen oder hinausschieben.

Diese Ruhezeit wurde im allgemeinen als von der Reifezeit bis gegen Ende März oder bis April dauernd festgestellt, ja in seinen »Vergleichenden physiologischen Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*«[1] hat Wiesner noch erklärt, daß für unsere Mistel diese Ruhezeit nicht abgekürzt werden könne, »selbst wenn künstlich für entsprechende Wärme und Feuchtigkeit Sorge getragen ist und die Keimlinge dem herrschenden Tageslichte ausgesetzt werden«.

Spätere Versuche belehrten Wiesner,[2] daß durch »Schaffung der günstigsten Keimungsbedingungen« die Samenruhe der Mistel doch wesentlich abgekürzt werden kann. Ich komme darauf nachfolgend zurück, indem ich eigene, die Wiesner'schen Versuche bestätigende und ergänzende Ergebnisse mitteile.

Zunächst ist noch über den Begriff »Samenruhe« Klarheit zu schaffen. Ich verstehe darunter die Zeit, die, von der Reife an gerechnet, verstreichen muß, damit aus den Beeren genommene Samen, vorausgesetzt günstige Bedingungen, sofort mit der Keimung einsetzen. Ich glaube mich bei dieser Fassung des Begriffes Samenruhe mit Wiesner in Übereinstimmung. Die Samen durchlaufen also eine längere oder kürzere Periode der Samenruhe in der Beere, allenfalls auch die ganze, wenn sie schließlich in den Beeren selbst die Keimung vollführen. v. Tubeuf hat den Begriff anders angewendet. Er bezeichnet damit die Zeit »vom Anstreichen der Beeren bis zur Keimung».[3] Natürlich ist es, daß sich dann die Samenruhe gegen das Frühjahr abkürzt, ja endlich in Null übergehen muß. Während seine im November, Dezember, Jänner, Februar angestrichenen Samen Ende März bis Anfang April keimten, taten es die anfangs April ausgelegten zu Beginn des Mai »und die bis Juni am Baume verbliebenen Samen keimten sogar in den Beeren«.

[1] Diese Sitzungsberichte, Mathem.-naturw. Klasse; Bd., CIII, Abt. I (1894).

[2] Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von *Viscum album*. Ber. der Deutsch. bot. Ges., 1897, Bd. XV.

[3] *Viscum cruciatum* Sieb., die rotbeerige Mistel. Naturw. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, 1908, p. 500.

Es ist darauf hinzuweisen, was schon in meiner in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse vom 13. Juni d. J. der Akademie vorgelegten Abhandlung[1] erwähnt ist, daß ich die meisten Samen einer Apfelmistel, die frisch vom Baume genommen war, schon am 28. März d. J. in den Beeren auskeimend feststellte. Theoretisch genommen, sollten also nach Ablauf der Ruhezeit entnommene Samen gleich zu keimen beginnen. Das bestätigt sich annähernd auch durch den Versuch.

Von der eben genannten Apfelmistel wurden 20 Samen auf eine Glasplatte am 29. März angestrichen, 12 davon waren angekeimt, 8 ohne sichtbaren Keimling. Die Platte war in der kalten Abteilung des Gewächshauses aufgestellt, bis 8. April waren 6 weitere Samen gekeimt. Ähnliches liegt in einem Versuche vor, den Wiesner (zu anderen Zwecken) mitteilt, leider ohne Angabe über die Samenzahl und die Zeit, wann der Versuch ausgeführt wurde. Es ist übrigens sicher zu schließen, daß er in die Frühlingszeit fiel. Es wird berichtet, daß am siebenten Tage nach dem Auslegen der Samen fast alle stark austreiben. Das ist aber ein Keimbeginn, der sich an die ohne Ruheperiode keimenden Samen tropischer Mistelarten (*Viscum articulatum* nach 4, *Viscum orientale* 5 Tagen) enge anschließt.[2]

Es ist indessen leicht denkbar, daß die Samenruhe durch das Auslesen aus den Beeren beeinflußt werden dürfte, und zwar je nach Umständen, bald in dieselbe kürzender, bald in hemmender, also verlängernder Weise. Es ist wünschenswert, die Zeit vom »Anstreichen der Samen bis zur Keimung«, v. Tubeuf's »Samenruhe«, mit einem anderen Worte zu bezeichnen und ich schlage dafür den Ausdruck »Liegezeit« vor. Er ist an sich nicht besonders bezeichnend, doch fiel mir kein treffenderer ein und im Wesen handelt es sich ja nur darum, Tatsächliches und unter Umständen Wichtiges kurz zu bezeichnen.

---

[1] Über Versuche, die Mistel (*Viscum album*) auf monocotylen und sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen, p. 550.

[2] Wiesner, Sitzungsber. der k. Akad., a. a. O., p. 9 ff.

Die Abkürzung der Samenruhe.

Wiesner hat in der zweiten angeführten Abhandlung, im Gegensatz zu seinem früheren Ausspruch, gezeigt, daß die Samen der Mistel unter den günstigsten Keimungsbedingungen eine Kürzung der Ruheperiode erfahren und schon innerhalb des Winters, Dezember bis Februar, zur Keimung gebracht werden können. Es gelang ihm dies erstens mit halbreifen Beeren, Ende September bis Mitte Oktober gesammelt, und zweitens mit reifen, Anfangs November oder später eingebrachten. Erstere ergaben bessere Erfolge, indem in der winterlichen Periode 38 bis 42% keimten, letztere mindere, nur 2 bis höchstens 10%.

Meine Versuche wurden nur mit Samen aus reifen Beeren durchgeführt. Dabei ist es wichtig, hervorzuheben, daß die Äste mit den Beeren, anfangs November oder später gesammelt, im Freien hängend aufbewahrt wurden und jeweils aus diesen Beeren die Samen entnommen wurden. Es kann nämlich für den Ablauf der Ruhezeit von Einfluß sein, ob die Samen aus den Beeren frischer Büsche oder aus mehr oder minder geschrumpften Beeren abgestorbener Büsche entnommen werden.

Die Ergebnisse mit Samen solcher Provenienz waren immer gute, wenn ihr Anbau im Laufe des Dezembers oder Jänners geschah, aber, wie ich heuer erfuhr, zeitigten sie einen fast völligen Mißerfolg, wenn das Auslegen erst im März vorgenommen wurde. Bei einer Aussaat solcher Kiefernmistelsamen, die am 16. März 1912 vorgenommen wurde und 120 Samen umfaßte, die in Partien zu 20 unter verschiedenen Bedingungen (Wechsel in Höhe der Temperatur und der Feuchtigkeit) gehalten wurden, keimten nur 6%; einige dieser Samen waren schon bei dem Auslegen keimend vorgefunden worden und sind in obige 6% einbezogen. Die übrigen Samen verfielen in den wärmeren und feuchteren Quartieren (Vermehrungshaus, Bromeliaceen- und Farnhaus) alsbald der Desorganisation. Nur die 4 Samen der im Kalthaus und im Freilande ausgelegten Platten (3 + 1), die schon gekeimt

hatten, zeigten eine kräftige Weiterentwicklung der Keime.[1] Daraus geht hervor, daß die Keimkraft solcher an abgeschnittenen Büschen in den Beeren steckender Samen früher erlischt als in Beeren frischer Büsche. Ein Erlöschen der Keimkraft kommt in letzteren überhaupt nicht vor, sondern mit ± vorgeschrittener Jahreszeit keimen die Samen in den geschlossenen, den Mistelbüschen noch aufsitzenden Beeren.[2]

a) Abkürzung der Ruhezeit in der freien Natur, Keimung von Viscum innerhalb des kalendarischen Winters.

Es ist gewiß von Interesse, daß durch günstige Außenbedingungen auch im Freilande die Mistel recht früh zur Keimung kommen kann.

Der neue botanische Garten zu Hötting bei Innsbruck ist sehr sonnig gelegen. Schon im Jahre 1911 beobachtete ich in meinen Kulturen am 27. März keimende Misteln, ein im ganzen früher Termin. Dieser aber wurde im Jahre 1912 noch wesentlich überholt, wo ich die angebauten Mistelsamen mehrfach

---

[1] Hier ist eine nachträgliche Wahrnehmung einzuschalten. Vor allem ist zu bemerken, daß diese Versuchssamen der Kiefernmistel zur Zeit des Auslegens durch eine gelbliche Mißfärbung ausgezeichnet waren. Die Mehrzahl derselben verfiel auch im Kalthause und im Freilande, ohne gekeimt zu haben, den Schimmelpilzen. Aber etliche Samen restituierten später ihren Farbenton in den normalen und schritten sehr verspätet noch zur Keimung. So wurden auf der Platte im Kalthaus am 4. Juni 1912 5 Samen (mit 8 Embryonen) keimend vorgefunden; zu den 3 bereits keimend ausgelegten waren also 2 hinzugewachsen. Einer davon zeigte den Embryo eben erst im Hervorbrechen. Auf eine Erörterung dieser Erscheinung soll an späterer Stelle eingegangen werden.

[2] Die hier mitgeteilte Beobachtung ergibt auch einen Wink für die Praxis. Meine großen Mistelkulturen zur Frage nach der Bildung ernährungsphysiologischer Rassen der Mistel, bei denen Tausende von Samen zur Aussaat gelangten, wurden stets im Spätherbste oder Winterbeginn angesetzt und ich kann nach den erzielten Erfolgen diesen Weg empfehlen. Aber zu gleicher Zeit wurden die Beeren der gleichen Büsche auch für den Versandt an andere botanische Gärten benützt, die von dem Angebot in unserem Samenkatalog Gebrauch machten. Wahrscheinlich sind mit solchen Beeren wenig gute Erfolge erzielt worden. Da aber im Frühling, wenn der Samenversand erfolgt, Mistelbeeren oft schwer oder nicht erhältlich sind, weil die Drosseln sie bereits abgeklaubt haben, müssen betreffende Desiderata nun im Herbste erfüllt werden und ist der Anbau unmittelbar nach Empfang zu empfehlen.

schon am 27. Februar keimend fand. Ein Same der Kiefernmistel, der im Herbste 1911 auf *Larix europaea* ausgelegt worden war, hatte sein Hypokotyl schon mit der Haftscheibe an die Unterlage befestigt, daher seine Keimung wohl schon einige Zeit vorher stattgefunden haben mußte. Diese frühe Keimung ist den abnorm warmen Februartagen des Jahres 1912 zuzuschreiben. Man wird aber nicht irregehen, wenn man daraus schließt, daß in geschützten Lagen südlicherer Orte, wie etwa Meran, Görz etc., das Keimen der Mistel innerhalb der Periode des kalendarischen Winters häufiger zu beobachten sein müßte.

b) Abkürzung der Ruhezeit bei im Gewächshaus durchgeführten Versuchen.

Schon in den Tabellen, die in meiner ersten, im laufenden Jahre in diesen Berichten veröffentlichten Studie über die Mistel enthalten sind und die über den Verlauf der Keimung ausgelegter Mistelsamen auf Monocotylen und Sukkulenten orientieren, finden wir reichlich Keimungen innerhalb der Winterperiode verzeichnet. Der erste Versuch wurde mit Samen der Apfelmistel am 7. Jänner 1910 in der größeren Abteilung des Kalthauses eingeleitet.

Von 150 Samen hatten bis 26. Februar 47, d. i. 31% gekeimt. Im zweiten Versuche, der gleichfalls mit 150 Beeren, jedoch der Lindenmistel am 12. Dezember 1910 eingeleitet war, hatten bis 26. Februar 1911 72 Samen, d. i. 48% gekeimt. Schon dies war ein Ergebnis, das jenes Wiesner's weit übertraf, denn mit ausgereiften Samen hatte Wiesner in der winterlichen Periode (Dezember bis Februar) nur 2 bis 10, im Durchschnitte, bei Versuchen aus drei Jahren, nur 5% Keimungen erzielt. Mein Erfolg ist den günstigen Bedingungen, die das neue Gewächshaus bot, zuzuschreiben: vorzügliche Lichtverhältnisse, einfache Verglasung, Warmwasserheizung.

Bei diesen Versuchen, die ja zunächst andere Ziele verfolgten, waren jedoch die Samen je nach der Stellung der Wirtspflanze im Hause und nach dem Orte, wo sie an der Pflanze klebten, besonders betreffs des Lichtgenusses, recht verschie-

denen Bedingungen ausgesetzt. Das Ergebnis regte aber dazu an, den Versuch nun speziell in Rücksicht auf die Frage nach der Abkürzung der Ruhezeit unter Bedingungen zu wiederholen, die gleiche Belichtung aller Samen gewährleisteten. Zugleich war die Versuchsanstellung von einer anderen Frage mitbestimmt, auf die später eingegangen werden soll.

Der Versuch wurde am 14. Dezember 1910 eingeleitet. Als Substrat wurden verwendet: 1. eine Glasplatte, auf die eine 15prozentige, sterilisierte Gelatinelösung einseitig gegossen wurde; nach dem Erstarren derselben wurden auf die Gelatineschicht 20 Samen ausgelegt; 2. die gleiche Zahl von Samen kam auf eine trockene Gelatineplatte (so wie sie im Handel erhältlich ist). Die Platten wurden auf einen Ständer gebracht und die mit Samen versehene Fläche parallel der nach S gerichteten Wand des Gewächshauses orientiert. Eine dritte Glasplatte war ursprünglich eigentlich nicht in diesen Versuch einbezogen, kann aber mitbesprochen werden. Es war eine kleine Glasplatte, an deren Vorder- sowie Hinterseite je 3, zusammen also 6 Samen ausgelegt waren.[1] Das Keimungsergebnis veranschauliche zunächst die folgende kleine Tabelle:

Zeit der Keimung	I. 20 Samen auf Glasplatte, überstrichen mit gelöster Gelatine	II. 20 Samen auf trockener Gelatineplatte	III. 6 Samen auf reinem Glas
28. I. 1911	2	—	—
31. I.	3	—	—
3. II.	6	—	—
5. II.	12	3	—
12. II.	20	13	4
19. II. ...	—	15	5
26. II.	—	16	—
5. III.	—	17	—

[1] Es handelte sich darum, für die Institutssammlung ein Belegstück für den bekannten, den negativen Heliotropismus des *Viscum*-Hypocotyls zeigenden Versuch zu gewinnen. (Hypocotyle der Vorderseite mit dem radikularen Ende der Glasplatte angepreßt, auf der Hinterseite vom Glase wegwachsend).

Auf Platte I waren am 12. Februar alle Samen gekeimt, auf jener von III war die Zahl 5 am 19. Februar, auf Platte II 17 am 5. März erreicht; weitere Keimungen folgten auf letzteren Platten überhaupt nicht.

Das Resultat stellt sich in diesen Versuchen noch günstiger als in den vorangehend besprochenen. Während der winterlichen Periode kamen 65, 83%, ja sogar 100% der ausgelegten Samen zur Keimung und gerade die Serie mit 100% war schon am 12. Februar erreicht. Das ist ein Ergebnis, das den besten Erfolg, den Wiesner erzielt hat, gerade zehnfach übertrifft. Auch viel gleichmäßiger verlief hier die Keimung als bei den Samen, die auf Monocotylen und Sukkulenten ausgelegt waren. Während sie sich dort vom 13. Februar bis 1. Mai und vom 4. Februar (Beginn wahrscheinlich früher!) bis 30. April vollzog, lief sie hier zwischen dem 28. Jänner bis 26. Februar ab (nur ein Keimling fällt noch auf den 5. März). Man wird dies der annähernd gewiß sehr gleichmäßigen Beleuchtung, die allen Samen zukam, zuschreiben dürfen.[1]

Ein Vergleich der Tabelle wird auch wohl unmittelbar die Vermutung nahelegen, daß auch Substrateinflüsse in den Versuchsreihen mitwirksam geworden sind, worauf aber später eingegangen werden soll.

Wie schon früher bemerkt, ist der gute Erfolg dieser meiner Versuche auf die allgemein günstigen Versuchsbedingungen, vor allem auf die guten Beleuchtungsverhältnisse zu setzen. Es läßt sich denken, daß in dieser Beziehung zwischen dem Versuchsgewächshaus Wiesner's an der Universität in Wien und dem Gewächshaus im botanischen Garten zu Hötting bei

---

[1] Dieses gute Resultat ist auch deshalb bemerkenswert, weil v. Tubeuf (in: *Viscum cruciatum* Sieb., die rotbeerige Mistel. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 1908, S. 500) auch über Keimungsversuche mit *Viscum album* berichtet und sagt: »Es begannen die im November, Dezember, Jänner, Februar angestrichenen Samen Ende März bis Anfang April zu keimen, und zwar im Freien wie im Zimmer und im geheizten Glashause«. Es wurde also keine Herabsetzung der Samenruhe und keine Bestätigung der Wiesner'schen Ergebnisse erzielt. Man kann wohl schließen, daß die die Samenruhe beschleunigenden Faktoren weder in dem Versuchszimmer noch in dem Gewächshause günstig waren.

Innsbruck recht wesentliche Unterschiede bestehen können: dort die rauchgeschwängerte Atmosphäre der Großstadt, hier die klare, reine Gebirgsluft im oberhalb der Stadt stehenden Garten; Wiesner's Experimentierhaus mit doppelter Verglasung, unser Gewächshaus mit einfacher. Allein noch mit einer anderen Möglichkeit ist zu rechnen. Mein Versuch (ich wähle als Beispiel nur den letztbesprochenen) wurde mit Beeren der Apfelmistel durchgeführt, die am 9. November 1910 geholt waren, dann an den Büschen, im Freien hängend, aufbewahrt wurden, bis sie am 13. Dezember zum Versuche Verwendung fanden. Wiesner hat seine Versuche vielleicht (Angaben fehlen) mit frischen Beeren entnommenen Samen ausgeführt. Dies könnte nun sehr leicht das Versuchsresultat beeinflußt haben, was jedoch nur durch einen entsprechenden Parallelversuch entschieden werden kann. So wie früher festgestellt wurde, daß in Beeren solcher Art, wie ich sie in der Regel bei meinen Versuchen verwendet habe, gegen das Frühjahr zu das Keimvermögen der Samen erloschen ist, während es den Samen in frisch von den Misteln entnommenen vollkommen bewahrt blieb, so ist es auch möglich, daß in ersteren die Ruheperiode rascher durchlaufen wird als in letzteren.

Indessen gaben Versuche, die ich im Winter 1911/12 mit anderer Fragestellung ausgeführt habe und die späterhin eingehend beschrieben werden, ein weniger günstiges Resultat. Die Keimungen in der Winterperiode ergaben nur 15, 30, 35 und 90%. Speziell die 15% entfallen bei der Beurteilung, weil sie auf Rechnung der Art des verwendeten Lichtes fallen, wie ebenso auch das Maximum mit 90%. Aber die 30 und 35% wurden bei normalem Tageslichte wie bei dem p. 580 beschriebenen Versuche, der 65, 83, ja 100% ergab, ausgeführt.

Der Abfall kann auf verschiedenen Ursachen beruhen. Es ist einmal zunächst klar, daß die Wetterverhältnisse in den verschiedenen Jahren verschiedene sind. Der Lichtgenuß, der den Pflanzen im Gewächshause zuteil wird, kann sehr großen Schwankungen unterliegen und ebenso wird die Erwärmung des Hauses von der Anzahl der sonnigen Tage stark beeinflußt. Das sind bei Gewächshausversuchen nicht zu beseitigende Faktoren.

In der Tat geben die meteorologischen Daten einen, wie es scheint, recht plausiblen Erklärungsgrund für den verschiedenen Erfolg, den die Versuche einerseits im Jahre 1910, andrerseits im Jahre 1911 ergaben. Der Versuch, der am 14. Dezember 1910 eingeleitet war und 65, 83, ja 100% Keimungen innerhalb des kalendarischen Winters ergab, war offenbar durch die beträchtliche Sonnenscheindauer im Jänner 1911 begünstigt, deren Monatssumme 98·7 betrug. Bei den am 14. November 1911 ausgelegten Platten, die in der winterlichen Periode nur 30 und 35% Keimungen ergaben, ist aber die auf den Jänner 1912 entfallende Monatssumme der Sonnenscheindauer nur 58·5, also 1910 gegenüber sehr beträchtlich zurückstehend.[1] Freilich einen Beweis dafür, daß das abweichende Resultat in der Keimung mit den Sonnenschein- und den damit im Zusammenhange stehenden Temperaturverhältnissen in dem Versuchsgewächshause zusammenhängt, hätte man in völlig befriedigender Weise erst dann vorliegen, wenn die Versuche beider Jahre in genau gleichem Zeitpunkte angesetzt worden wären.

Ein anderer Faktor, der die Verschiedenheiten im Keimungsergebnis während der winterlichen Periode beeinflußt haben kann, ist vielleicht darin gegeben, daß meiner Wahrnehmung nach die Kalthäuser in den Wintern 1909/10, 1910/11 auffallend stark geheizt wurden, was auch in dem abnorm früh eingetretenen Blühen der Pflanzen, speziell der mediterranen, zum Ausdrucke kam. Inzwischen ist Wechsel im Personal eingetreten und im Winter 1911/12 war, wohl in sachgemäßerer Weise, die durch Heizung angestrebte Temperatur nur 4 bis 5° C. Natürlich bei Sonnenschein kamen auch da bedeutende Temperatursteigerungen vor.

Was die frühest erzielte Keimung anbelangt, so verzeichnet Wiesner eine solche am 12. Dezember, allerdings bei Verwendung halbgereifter Samen (Aussaat am 2. Oktober), mit

[1] Ich verdanke diese Angaben wie weiterhin folgende meteorologische Daten dem überaus freundlichen Entgegenkommen des Herrn Kollegen Felix Exner, dem Vorstande des Instituts für kosmische Physik. Die Sonnenscheindauer wird in Zehntelstunden registriert; die Monatssumme ist in »Stunden-Sonnenschein« gegeben.

welchen ich noch keinen Versuch ausgeführt habe. Bezüglich der ausgereiften Samen sagt Wiesner, daß sie ehestens Mitte Jänner eintrat (Zeit der Aussaat nicht angegeben); in meinen Versuchen frühestens am 8. Jänner (vergl. die folgende Tabelle p. 580).

Betrachten wir nun noch, wie sich in meinen Versuchen Ruhezeit und Liegezeit verhalten.

Der am 14. November 1911 angesetzte Plattenversuch (vergl. die im folgenden gegebene Tabelle p. 580) ergab die ersten Keimungen am 8. Jänner 1912: Liegezeit 54 Tage, Ruhezeit[1] 68 Tage. Der Plattenversuch vom 14. Dezember 1910 (Tabelle p. 580, erste Keimung 28. Jänner 1910): Liegezeit 44 Tage, Ruhezeit 88 Tage. Der zweite Versuch mit den Sukkulenten vom 12. Dezember 1910[2] (erste Keimung am 8. Februar 1911): Liegezeit 53 Tage,[3] Ruhezeit 95 Tage. Der erste Versuch mit Sukkulenten[4] vom 7. Jänner 1910 mit der ersten Keimung am 13. Februar: Liegezeit 38 Tage, Ruhezeit 104 Tage. Der im nachfolgenden, p. 598 erwähnte Versuch vom 29. März 1912 (Keimung der zu Beginn des Versuches noch nicht angekeimt gewesenen Samen am 7. April): Liegezeit 8 Tage. Ruhezeit 157 Tage.

Im ganzen gibt sich die Regel zu erkennen, daß, je länger die Samen vor dem Anstreichen in den Beeren gelegen waren, desto rascher dann ihre Keimung beginnt, umsomehr die Liegezeit gekürzt erscheint.

Bei den Wiesner'schen Versuchen mit halbreifen Samen läßt sich von einer Ruhezeit wohl nicht sprechen. Bei dem

[1] Vom 1. November an gerechnet, von welchem Tage, etwas willkürlich, die erreichte Reife der Samen angenommen wird.

[2] Diese Berichte, 1912, die zweite Tabelle in meiner Abhandlung »Über Versuche die Mistel (*Viscum album*) auf monocotylen und sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen«.

[3] Hier sind Liegezeit und Ruhezeit zu hoch angegeben. Denn wie die Tabelle zeigt, waren am 8. Februar schon 23 Keimlinge vorhanden, der Keimungsbeginn hatte also entschieden früher eingesetzt. Die Werte müssen in Wirklichkeit denen des vorangehend angeführten Versuches sehr nahestehen.

[4] Die erste Tabelle in meiner in Fußnote 2 genannten Abhandlung.

erwähnten am 2. Oktober angesetzten Versuch mit der ersten Keimung am 12. Dezember beträgt die Liegezeit 70 Tage.[1]

Der Einfluß der äußeren Faktoren auf die Keimung.

Von solchen sind: das Licht, die Temperatur und die Feuchtigkeit zunächst zu erörtern. Meine Versuche in dieser Richtung erweitern nur das über den Einfluß des Lichtes bisher Bekannte, den Einfluß von Wärme und Feuchtigkeit kann ich nur aus einigen Erfahrungstatsachen etwas beleuchten und meine Anschauungen hierbei vertreten, die nicht in allen Punkten mit den Anschauungen derjenigen übereinstimmen, die sich bisher mit der Keimung der Mistel beschäftigt haben. Eine exaktere Lösung der Frage über den Einfluß der genannten Faktoren behalte ich mir vor; mangels der nötigen Räume und der zu derartigen Fragen unerläßlichen physiologischen Apparate konnte ich sie bisher nicht in Angriff nehmen. Diese Verhältnisse werden sich mit dem heuer zur Vollendung kommenden Neubau des botanischen Institutes ändern und somit hoffe ich, die fraglichen Punkte in präziserer Weise entscheiden zu können.

[1] Der Freundlichkeit v. Tubeuf's verdanke ich den Empfang von 75 Beeren des *Viscum cruciatum* Sieb., die bekanntlich in Spanien auf *Olea europaea* vorkommt. In erster Linie interessierte es mich, diese rotbeerige Mistel aufzuziehen und ich kann wohl heute schon mit einiger Sicherheit auf einen guten Erfolg rechnen. Nebenbei erwähne ich die von mir bei diesen Versuchen festgestellte Liegezeit. Die am 7. März 1911 erhaltenen Beeren wurden noch am gleichen Tage auf die Äste von vier eingetopften *Olea*-Bäumchen aufgetragen. Die ersten Keimungen wurden am 19. März festgestellt (wahrscheinlich erfolgten welche schon früher); am 26. März waren 29 Samen gekeimt, bis 9. April keimten noch 10 Samen nach, der Rest ergab keinen Keimerfolg. Die Liegezeit betrug in meinem Versuche 12 Tage (wahrscheinlich weniger). v. Tubeuf berichtet über einen Versuch (*Viscum cruciatum* Sieb., die rotbeerige Mistel. Naturwiss. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft 1908, p. 500): »Die kürzeste Ruhezeit (= Liegezeit nach meiner Terminologie. H.) betrug 20 Tage.« Die verminderte Liegezeit in meinem Versuche entspricht der oben konstatierten Regel. v. Tubeuf legte die Beeren am 6. Jänner aus, ich am 7. März.

Einfluß des Lichtes. Daß dieses die Keimung der Mistel beeinflußt, hat Peyritsch[1] zuerst erkannt. Wiesner hat dann diesen Einfluß mit aller Sicherheit nachzuweisen vermocht und gezeigt, daß die Samen der Mistel ohne Licht überhaupt nicht zu keimen vermögen.[2] Es war dies das erste Beispiel von Samen, die des Lichtes als conditio sine qua non zur Keimung bedürfen, und erst viel später habe ich einige weitere solche Samen kennen gelernt,[3] während die Zahl jener Samen, die durch Licht in der Keimung gefördert werden, nachgerade als eine sehr hohe erkannt worden ist. Nicht entschieden, wenigstens in exakterer Weise, ist die Frage nach der zur Keimung nötigen Intensität des Lichtes. Wir wissen nur, daß gute Beleuchtung die Keimung der Mistelsamen fördert. Eine sehr hohe Intensität dürfte aber zur Keimung nicht nötig sein, weil das Licht, das die Beerenhaut und die Schleimschichten der Beere passiert, doch einigermaßen geschwächt sein muß, die Samen aber in den Beeren zu keimen vermögen.[4]

Hingegen hat eine von mir gemachte Beobachtung wenigstens den Hinweis nahegelegt, daß sehr schwache Lichtintensitäten die Keimung nicht mehr gestatten, ja daß in solchem Lichte oder in der Dunkelheit aufbewahrte Beeren, respektive die Samen derselben, ihre Keimfähigkeit verlieren. In dieser Hinsicht müssen eigene Versuche Klarheit schaffen.

---

[1] Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen. I. Teil. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. 39 (1878), p. 143 ff.

[2] Wiesner, an eben zitiertem Orte.

[3] E. Heinricher, Notwendigkeit des Lichtes und befördernde Wirkung desselben bei der Samenkeimung. (Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Bd. XIII, 1902, p. 164.) Hier wurde dies für die Samen der Bromeliacee *Pitcairnia maidifolia* und für jene der *Drosera capensis* festgestellt.

In der »Wiesner-Festschrift«, Wien 1908, wurde ein gleiches Verhalten für die Samen des epiphytischen *Rhododendron javanicum*, aber auch für unsere Alpenrosen, *Rh. hirsutum* und *Rh. ferrugineum*, mitgeteilt (Heinricher, Beeinflussung der Samenkeimung durch das Licht, a. a. O., p. 203).

[4] v. Tubeuf, »Über die Bedeutung von Beerenfarbe und Beerenschleim bei der Mistel *Viscum album*« (Naturwissenschaftl. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft, 1908, p. 145) kommt zu gleicher Ansicht: »Ich fand die Mistelsamen in den ersten Apriltagen auf dem toten Laube auf dem Boden eines zumeist aus Kiefern bestehenden Waldes bei Bozen allgemein gekeimt. Die zur Keimung nötige Lichtintensität kann also keine allzu hohe sein«.

Die erwähnte Beobachtung hat folgenden Sachverhalt: Vier Bäumchen (Linde, Pappel, Ahorn, Hasel), auf welche am 12. Februar 1908 je zehn Beeren der Birnmistel aufgetragen wurden, mußten, weil der Boden gefroren war, in einem Vorraum des Kalthauses eingestellt werden, der durch ein verwachsenes Fenster nur wenig Licht erhielt. Obgleich diese Topfpflanzen vor der Keimzeit der Mistel schon im Freilande standen, wie andere in den Grund gepflanzte Versuchsbäumchen, die zu gleicher Zeit mit den Mistelsamen gleicher Provenienz besiedelt wurden, fand auf ersteren nur eine Keimung statt, während auf den letzteren der Keimerfolg ein guter war. Da nun die Samen der Mistel durchaus frosthart sind (übrigens in jenem Vorraume die Temperatur sicher auch nie unter Null sank), ist für den Verlust der Keimfähigkeit nur der Lichtmangel unter welchem diese Samen durch ungefähr 2 Monate standen, verantwortlich zu machen.[1] Auf ähnliche Erfahrungen, sowohl bei *Viscum album* als bei *V. cruciatum*, weist übrigens auch v. Tubeuf[2] hin. Auch ist der Mißerfolg, den Wiesner[3] in Java bei dem Versuch, mitgenommene Samen unserer Mistel in Buitenzorg zur Keimung zu bringen, hatte, vielleicht ebenfalls darin zu suchen, daß die Beeren während der Überfahrt im Dunkeln lagerten. Ebenso ist bei den Versuchen Wiesner's,[4] ob durch Trocknen der Samen die Keimfähigkeit verloren geht, der tatsächlich eingetretene Erfolg (das Nichtkeimen) vielleicht nicht auf das Trocknen zurückzuführen, sondern auf die Tatsache, daß das Trocknen bei Lichtentzug stattfand, wie ja in der Abhandlung erwähnt wird. Bei »raschem« Trocknen im Exsikkator (die Zeitdauer ist nicht erwähnt) wurden ja noch 8% Keimungen erzielt. Daß Samen, die ein ganzes Jahr im Dunkeln gehalten wurden und erst im zweitnächsten Früh-

---

[1] Vergl. E. Heinricher, »Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel«. (Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde etc., II. Abt., 31. Bd., 1911, p. 279.)

[2] »*Viscum cruciatum* Sieb., die rotbeerige Mistel«, a. a. O., p. 502. Seine Angaben beziehen sich auch auf *V. album*.

[3] Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg, IV, a. a. O., p. 7.

[4] Wiesner, »Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von *Viscum album*«, a. a. O., p. 509.

jahr nach dem Herbste, in dem sie gesammelt wurden, unter günstige Keimungsbedingungen gebracht wurden, nicht mehr keimten, ist nunmehr aus doppelten Gründen klar. Erstens geht auch bei am Lichte an den abgeschnittenen Büschen aufbewahrten Beeren, wie der p. 597 mitgeteilte Versuch lehrt, gegen das Frühjahr zu die Keimfähigkeit verloren, zweitens wird die Aufbewahrung im Dunkeln diesen Keimverlust noch beschleunigt haben, obgleich letzteres im besagten Versuche nicht mehr ausschlaggebend wirken konnte. Die Vitalität der Mistelsamen ist eben keine hohe, wie ja auch schon Wiesner bemerkte.[1]

Der Einfluß der Wellenlänge des Lichtes auf die Keimung. Einen Versuch, diese Frage zu lösen, hat v. Tubeuf mit *Viscum cruciatum* angestellt, doch scheinen die verwendeten Samen zur Zeit der Versuchsanstellung die Keimkraft schon fast gänzlich verloren zu haben, so daß das Ergebnis unbrauchbar war. Ich habe im November vorigen Jahres eine Versuchsreihe eingeleitet, die in ihrem Resultate nicht unbefriedigend verlief. Am 14. November wurden sechs Glasplatten mit je 20 Samen der Lindenmistel beschickt; die Platten wurden auf Ständer gestellt, mit ihrer Stirnfläche nach Süden orientiert und im großen Abteil des Kalthauses aufgestellt. Der Versuch bezweckte aber, außer Aufklärung über den Einfluß der Lichtfarbe, auch solche über andere Punkte zu bringen. Die Samen wurden zunächst nicht unmittelbar auf die Glasfläche ausgelegt, sondern in allen Fällen auf eine sterilisierte Gelatinelösung von 30%. Auf der Gelatineplatte wurde im Versuche vom 14. Dezember 1910 (p. 580) ein besonders gutes Keimergebnis erzielt. Bei dem neuen Versuche wurde die Konzentration der Gelatinelösung verdoppelt. Vier Platten erhielten einfach diese Gelatineschicht, auf zwei Platten wurde außerdem der Gelatine auch noch eine Nährlösung[2] beigefügt, um zu sehen, ob die Beigabe von Nährsalzen einen Einfluß auf die Keimung übt.

[1] Ebendort, p. 510.

[2] 1·0 *g* salpetersaurer Kalk, 0·25 *g* Chlorkalium, 0·25 *g* schwefelsaure Magnesia, 0·25 *g* phosphorsaures Kali, einige Tropfen Eisenchlorid auf 1 *l* Gelatine + Wasser.

Vier der Platten (zwei Gelatine + Nährlösung, zwei Gelatine allein) wurden dem gewöhnlichen Tageslichte ausgesetzt. Aber auch bei diesen Platten wurde der Versuch noch in der Weise variiert, daß von jeder Art der Platten je eine ohne Deckung im Versuchsraume stand, während andrerseits je eine unter eine Glasglocke kam. Es handelte sich darum, den allfälligen Einfluß von Feuchtigkeitsunterschieden festzustellen. Zwei der bloß mit Gelatine überzogenen Platten kamen unter Senebier-sche Glocken, deren Innenraum mit dem der weißen Glasglocken annähernd gleich war. Eine der Senebier'schen Glocken war mit Kupferoxyd-Ammoniak, die anderen mit Kaliumbichromatlösung gefüllt. Die Glocken standen immer über einer gut fingerbreiten Fuge des Traggestells (an der vorderen Front des Gewächshauses), durch die Luftzirkulation reichlich ermöglicht war. Es ist zu bemerken, daß unter den farbigen Glocken die Gelatine bald nach Beginn des Versuches abrann und die Samen stark verpilzt waren. Diese wurden am 27. November dann auf Glasplatten ohne Gelatine übertragen und wieder unter die Senebier'schen Glocken gestellt.

Eine beiläufige Skizze über den Verlauf dieser Versuche gibt die Tabelle auf p. 580. Die Kulturen litten in dem Jahre viel mehr unter der Einwirkung von Schimmelpilzen als in den Vorjahren. Die Ergebnisse sind aber immerhin ziemlich deutliche und kann speziell hervorgehoben werden, daß das am 28. Jänner vorgenommene Waschen der verpilzten Samen mit Alkohol ohne Schädigung verlaufen ist. Die Prozedur wurde beschleunigt mit jedem einzelnen Samen durchgeführt.

Was die Frage betrifft, ob etwa im Substrat beigegebene Nährsalze auf die Keimung anregend wirken, so ist, wie ersichtlich, ein solcher fördernder oder schädigender Einfluß nicht zutage getreten. Auch der fördernde Einfluß, den die Gelatineschicht im Versuche des Vorjahres zu haben schien, zeigte sich nicht. Allerdings war damals eine 15prozentige Konzentration, diesmal eine 30prozentige angewendet worden. Bei Sonnenschein trocknete die Gelatine schon in den ersten Tagen stark aus, wurde fest und hob sich vom Glase mehr oder minder ab; nur bei trüber, feuchter Witterung wurde sie wieder weicher. Der Einfluß der Glocken schien zunächst keine merkbare Förderung

Datum	Gelatine, unter Glocke	Gelatine, ohne Glocke	Gelatine mit Nährlösung, unter Glocke	Gelatine mit Nährlösung, ohne Glocke	Blaues Licht, Glasplatten ohne Gelatine	Rotes Licht, Glasplatten ohne Gelatine
8. I. 1912[1].	—	2	—	1	2	2[4]
16. I. ..	1	2	—	1	2	4
6. II. ..	4	4	—	2	3 (6)	19 (32)
19. II. [2].	7 (9)	7 (10)	6 (6)	5 (6)	10. II.[5] alle Samen abgestorben	18[6]
28. II. [3].	.	.	.	.	.	.
12./III. ..	11 (13)	10 (17)	10 (15)	15 (21)	.	16 (28)
26./III. ..	11 (15)	15 (22)	11 (16)	15 (21)	.	12 (21)

der Feuchtigkeit hervorzurufen und eine solche wurde erst durch die seit dem 28. Februar vorgenommene Einlage feuchten Filterpapiers ersichtlich. Die gesteigerte Feuchtigkeit hat aber auf den Keimerfolg keinen günstigen Einfluß geübt, allerdings, wie ich meine, mehr infolge der durch sie begünstigten Entwicklung der Schimmelpilze, die ihrerseits auf die Keimung

[1] In allen Kulturen waren die Samen stark verpilzt; sie wurden daher kurz in 80% Alkohol gewaschen, die der vier ersten Serien auf frische, sterilisierte Gelatineschichten entsprechender Zusammensetzung aufgetragen, jene aus den Serien 5 und 6 mittels eines Gelatinetröpfchens gereinigten Platten wieder aufgesetzt.

[2] Die in Klammern beigesetzten Zahlen geben die Anzahl der auswachsenden Embryonen.

[3] Der Feuchtigkeitsunterschied zwischen den Kulturen mit Glocke und ohne Glocke schien mir zu gering, worauf auch das bisherige Ergebnis der Parallelkulturen hinzuweisen schien. Um den Unterschied zu erhöhen, wurden am 28. Februar innerhalb der zwei weißen Glasglocken an der Hinterwand Filtrierpapiereinlagen angebracht und täglich mit Wasser befeuchtet.

[4] Es findet sich am 8. Jänner der Vermerk, daß nahezu an allen Samen der Keimbeginn bemerkbar wurde; gezählt sind oben nur die, welche den Hypocotyl schon stärker vorgeschoben hatten.

[5] Schon am 8. Februar waren alle Samen gelb verfärbt.

[6] Auch unter der Kaliumbichromatglocke beginnt infolge starker Verpilzung das Absterben einzelner Samen.

abträglich wirkten. So gaben die ohne Glocken aufgestellten Platten bessere Keimungsresultate.

Die Hauptfrage dieses Versuches, ob ein Einfluß der Strahlen verschiedener Wellenlänge auf die Samenkeimung von *Viscum* nachzuweisen sei, erscheint aber als recht befriedigend beantwortet. Es erhellt, daß die Strahlen der zweiten Spektrumhälfte die Keimung zwar nicht ganz verhindern, aber auf den Samen destruktiv wirken. Infolgedessen gelangen die Embryonen nur weniger Samen zum Keimen und sind die Samen in relativ kurzer Frist abgestorben. Das war um anderthalb Monate früher eingetreten, als in den Kulturen im gemischten Tageslichte die Höchstzahl der Keimungen erreicht wurde. Hingegen erwiesen sich die Strahlen der ersten Hälfte des Spektrums äußerst förderlich auf die Keimung. Schon am 8. Jänner war der Keimbeginn an fast allen Samen erkennbar, am 6. Februar war er bei $90^0/_0$, d. i. 19 Samen absolut sichergestellt, während in den anderen Serien höchstens vier Samen gekeimt hatten. Das rote Licht förderte aber auch ersichtlich die Entwicklung der Keimlinge. Sie waren bei Abbruch der Versuche am 26. März an Kraft allen der übrigen Serien voraus. Freilich sind durch Wirkung der Schimmelpilze auch hier ab 19. Februar einzelne Samen und Keimlinge vernichtet worden.

Der fördernde Einfluß der roten Strahlen auf die Keimung der Mistelsamen ist auch darum von Interesse, weil die Mistelsamen sich so den anderen durch das Licht im Keimen geförderten Samen anschließen, für die ebenfalls eine spezifische fördernde Wirkung der Strahlen der ersten Spektrumhälfte nachgewiesen wurde.[1]

Die Kultur unter der Kaliumbichromatglocke ergab aber noch ein anderes bemerkenswertes Resultat. Für die Wachstumsvorgänge und heliotropischen Erscheinungen gelten im allgemeinen die blauen Strahlen als förderlich.[2] *Sinapis*-Keimlinge,

---

[1] E. Heinricher, Ein Fall beschleunigender Wirkung des Lichtes auf die Samenkeimung. Ber. der Deutsch. Botan. Ges., 1899, Bd. XVII, p. 310.

[2] Vergl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. II. Aufl., II. Bd., § 27.

oder *Phycomyces*-Kulturen, unter die Kaliumbichromatglocke einerseits, unter die Kupferoxydammoniakglocke andrerseits gestellt, zeigen unter ersterer kaum eine positiv phototrope Reaktion der Stengel oder Sporangienträger, während eine solche unter der blauen Glocke sehr ausgesprochen ist. Die Mistelkeime zeigen aber den negativen Phototropismus ihrer Hypocotyle sehr ausgeprägt auch unter dem Einfluß der Strahlen der ersten Spektrumhälfte.[1]

Daß die fördernde Wirkung der roten Strahlen und die schädigende der blauen den spezifischen Strahlenkomplexen zuzuschreiben ist und nicht Unterschieden der Lichtintensität, darf wohl angenommen werden. Bei der Art der Aufstellung der Versuchsplatten an der Südfront des Gewächshauses, der häufigen, intensiven Sonnenbeleuchtung, die hier obwaltete, war auch unter der blauen Glocke sicher noch eine sehr erhebliche Lichtintensität gegeben.

Einfluß der Temperatur. Wiesner schätzt das Minimum der Keimungstemperatur auf jedenfalls über 8°, wahrscheinlich über 10° C. Ich glaube, daß dies zutreffen wird. Nur möchte ich darauf hinweisen, daß die Mitteltemperaturen viel geringere sein dürfen, und daß große Temperaturschwankungen während der Keimung vorkommen können. Wiesner basiert seinen Schluß darauf, »daß während Aussaaten im Kalthaus bei 7 bis 10° C. den ganzen Winter über unverändert blieben, vielmehr erst vom März an, als die Temperatur höher stieg, die Keimung begann und schließlich nahezu alle Samen keimten, traten die Samen anderer in höher temperierten Räumen (bei 15 bis 23°) befindlichen Aussaaten schon im Dezember und Jänner ins Keimungsstadium«. Auch meine Kulturen wurden in einem Kalthause durchgeführt, dessen Heizung nur auf 5° C. gehalten wurde; aber durch die

[1] Ein gleiches Verhalten erwähnt Brefeld (Schimmelpilze, IV, p. 77) für die Sporangienträger von *Pilobolus cristallinus*. Auch Gräntz (Einfluß des Lichtes auf Pilze, 1898, p. 19, zitiert nach Pfeffer, a. a. O.) bringt entsprechende Beobachtungen. Pfeffer bemerkt dazu: »Es ist indessen näher zu untersuchen, ob es sich vielleicht nur um eine ungleiche Höhe der Reizschwelle handelt.« Diese Möglichkeit gilt natürlich auch für die phototropische Reaktion der Mistelhypocotyle.

Lage des Hauses und die häufige Besonnung war keine Konstanz der Temperatur vorhanden und schnellte dieselbe in den Tagesstunden oft beträchtlich in die Höhe. Keimungen traten denn auch (vergl. die Tabelle p. 580) schon vom 8. Jänner ab auf. Schon vorher wurde aber der Fall erwähnt, daß Keimungen im laufenden Jahre im Freien schon im Februar beobachtet wurden. Es ist nun interessant, sich die Temperaturverhältnisse, die während des Februars 1912 herrschten, anzusehen. Die ersten 4 Tage gab es Minustemperaturen, deren Maximum —17·1° C. erreichte; der 5. und 6. ergaben Plus- und Minustemperaturen; vom 7. bis 12. Februar aber trat eine warme Periode ein, wo das Maximum bis auf +14·6° stieg. Späterhin gab es wieder Minima unter 0, aber höchstens —3°, während die Maxima am 18. und 19. Februar 13·7 und 14·7° betrugen und ebenso vom 24. an konstant über 10° lagen, am 29. sogar 17·7° erreichten. Das Temperaturmittel für den Februar betrug aber +3·8°. Man wird nun nicht fehlgehen, wenn man den Beginn der Keimungen mit den warmen Perioden, vom 7. bis 12. und vom 24. bis Ende des Monates, in Zusammenhang bringt. Der am 27. Februar gesehene Keimling mit entwickelter und angelegter Keimscheibe darf schon der ersten Periode zugeschoben werden. Ersichtlich ist, was ja nicht befremdet, daß die Mitteltemperatur während der Keimung noch ziemlich tief unter dem Keimungsminimum liegen kann. Wichtig ist aber, hervorzuheben, daß die Keimlinge der Mistel frosthart sind, denn während der Keimung treten noch verschiedentlich Minustemperaturen auf. Noch am 5. und 6. April dieses Jahres hatten wir Frost bei —4° C.; keiner der Mistelkeime (die Keimung in der sonnigen Lage unseres Gartens kann Mitte April nahezu als abgelaufen gelten und umfaßt bei meinen Versuchen viele Hunderte im Freiland ausgepflanzter Samen) hat unter demselben gelitten. Ich schließe mich deshalb v. Tubeuf an, der diese Kälteresistenz auch hervorgehoben hat und der Folgerung Wiesner's, daß die Samenruhe der Mistel von dem Gesichtspunkte aus als zweckmäßig erscheine, daß, »wenn die Samen im Herbste zur Entwicklung kämen, die jungen

Würzelchen der Keimlinge wohl kaum die Winterkälte unbeschadet ihrer Weiterentwicklung zu ertragen im stande sein würden«, nicht beipflichtet. v. Tubeuf hebt mit Recht hervor, daß die jungen Pflanzen auch den folgenden Winter sozusagen als Keimlinge zu überdauern haben; denn im Jahre der Keimung erfolgt nur die Entwicklung des ersten Senkers, die Plumula wird meist erst im folgenden Frühlinge (auch erst später) entfaltet, beziehungsweise aus den Samenresten hervorgehoben. Die Kälteresistenz des Embryo im Samen, des überwinternden Hypocotyls der jungen Pflanze, ebenso der Blätter der erwachsenen, dürfte aber, abgesehen von der in erster Linie maßgebenden Konstitution des Plasmas,[1] vermutlich durch das als Reservestoff gespeicherte fette Öl wesentlich gefördert werden. Wenigstens zeigte mir die Untersuchung, daß die Embryonen im Samen nur fettes Öl (keine Stärke) enthalten, daß die Epidermen der Hypocotyle überwinternder Keimlinge alle noch im April Öl führen und ebenso die Epidermis der Blätter alter Pflanzen massenhaft Öl als Inhalt aufweist, während die inneren Gewebe zu genannter Zeit schon viel Stärke neben Öl enthalten.

Der Einfluß der Feuchtigkeit. Die Luftfeuchtigkeit, in der die Mistelsamen keimen, braucht entschieden keine hohe zu sein. Wiesner sagt, daß eine schwache Keimung sogar im Exsikkator noch stattfindet. Mangels eigener diesbezüglicher Versuche kann ich die Angabe nicht anfechten, doch verhehle ich nicht, daß ich ihr auf Grund meiner Erfahrung etwas zweifelnd gegenüberstehe. Eine Zeitangabe über das »Wann« der Ausführung des Versuches liegt nicht vor, ebenso nicht über die Dauer. Es erscheint mir nicht undenkbar, daß eine Täuschung unterlaufen ist und zum Versuche bereits schwach auskeimende Samen verwendet wurden. Wie wir sahen, kann das Auskeimen in den Beeren schon im März, ja im Februar beginnen und, entfernt man die Schleimhülle nicht ganz, so

[1] Vergl. Molisch, »Das Erfrieren der Pflanzen« (Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, LI, 6, 1911).

entgeht das erste Hervorschieben des Hypocotyls leicht der Beobachtung.

Ich halte große Trockenheit für keimungshemmend, ein normales Maß von Feuchtigkeit für günstig und große Feuchtigkeit für nicht so verderbenbringend wie es Wiesner annimmt. Wenigstens ist die oft perniziöse Wirkung der letzteren nicht in der Empfindlichkeit des *Viscum*, sondern in anderen Faktoren gelegen.

Zu dieser Auffassung führten mich folgende Beobachtungen. Ein Versuch, *Viscum* in der trockenen Zimmerluft auf Glasplatten zur Keimung zu bringen, den ich zu Demonstrationszwecken vor einigen Jahren machte, versagte völlig. Allerdings unterblieb jegliche Zufuhr liquiden Wassers wie in allen den Versuchen, die in dieser Abhandlung mitgeteilt sind. In der feuchteren Luft des Kalthauses verliefen die Keimungen prompt. Speziell scheint mir aber auch der p. 580 mitgeteilte Versuch, in dem auf einer mit 15prozentiger Gelatinelösung überzogenen Glasplatte das Keimprozent 100 in der winterlichen Periode erreicht wurde, darauf hinzudeuten, daß die etwas Feuchtigkeit anziehende Gelatine Einfluß auf die Keimung gehabt hat; auch auf der konsistenten, ungelösten Gelatine gab es 83 $^0/_0$ Keimungen und auf der reinen Glasplatte 65. Nicht allein das prozentische Verhältnis bestärkt mich aber in meiner Auffassung, sondern die auffällige zeitliche Förderung, die besonders auf der ersten Platte so prägnant hervortritt. Am 12. Februar waren auf der mit dünnflüssiger Gelatine überzogenen Platte schon 60 $^0/_0$ der Samen gekeimt, auf der festen, ungelösten Gelatineplatte 15 $^0/_0$, auf der reinen Glasplatte 0. Die Platten standen nebeneinander, hatten gleiche Belichtung, gleiche Temperaturen; meines Erachtens kann nur der absteigend sinkende Feuchtigkeitsgehalt für das doch recht kennzeichnende Verhalten verantwortlich gemacht werden.

Ich kann mich auch der Anschauung Wiesner's nicht anschließen, daß den Keimlingen von *Viscum album* ein ombrophober Charakter zukomme. Ich meine, daß die Feuchtigkeit des Frühjahrs, die warmen Frühjahrsregen sehr fördernd auf

die Keimung und auf die Keimlinge einwirken. Und im allgemeinen werden wir ja doch die Frühjahrsperiode als eine feuchtere ansehen dürfen. Wiesner führt den Fall, wo vermutlich für Wien, die Regensumme des April 1893 nur 1·5 *mm* war, als Beispiel an, in wie regenarme Perioden die Keimzeit der Mistel fallen könne. Es wäre aber interessant gewesen, auch den Einfluß, den diese regenarme Periode auf die Keimung der Mistel gehabt hat, verfolgt zu sehen. Es ist leicht möglich, daß ein großer Teil der Samen zugrunde ging, ohne zu keimen (wenn die Keimung sich nicht etwa schon im März vollzogen hatte), ebenso allerdings auch, daß sie zu keimen vermochten. Übrigens teilt Wiesner selbst mit, daß im Monate April 1892 die Regenmenge 43·4 *mm*, 1894 64·3 *mm* betrug. Sehr regenarme Frühjahrsmonate werden also bei uns im allgemeinen zu den Ausnahmen gehören. Der gleichen, bereits vorangehend erwähnten Quelle verdanke ich die Angaben über die Niederschlagsmengen in Innsbruck für Februar, März, April 1912.

Ich beziehe den Februar ein, weil, wie erwähnt, die Mistelkeimungen schon in diesem Monat im Freiland begannen, ihren Höhepunkt allerdings erst im März erreichten. Im Februar betrug die Summe der Niederschläge 30·2 *mm*, im März 82·1, im April (bis inklusive 13.!) 38·9. Das dürfte im ganzen ein ziemlich normales Verhalten sein.

Zu große Feuchtigkeit, besonders wenn gepaart mit hoher Temperatur, erweist sich für die *Viscum*-Samen ungünstig; doch bin ich nicht der Ansicht, daß dies eine direkte Wirkung ist, sondern eine indirekte, indem durch große Feuchtigkeit und Wärme das Wachstum der Schimmelpilze und Bakterien gefördert wird und diese dann zerstörend auf den Samen wirken. Unter diesen Umständen ist auch der Verfall umso schneller, mit je mehr Schleim die Samen ausgelegt wurden, weil der Schleim einen sehr guten Nährboden für Schimmelpilze und Bakterien bildet. Meiner Erfahrung nach sind aber die Schimmelpilze im ganzen weit weniger gefährlich als die Bakterien. Auch aus recht stark mit Schimmel überzogenen Samen können sich die Keimlinge kräftig entwickeln und Monate überdauern. Der

Versuch über den Einfluß hoher Luftfeuchtigkeit auf die Samenkeimung von *Viscum* müßte also mit von den genannten Mikroorganismen freien Samen in keimfreiem Raume durchgeführt werden.

Ich hatte die Absicht, wenigstens annähernd den Einfluß hoher Luftfeuchtigkeit auf die Samenkeimung zu prüfen. Ich nahm am 13. März die Aussaat von je 20 Samen der Kiefernmistel (gesammelt den 31. Oktober 1911, Büsche im Freien, an der Nordseite des Gewächshauses hängend, überwintert) auf fünf Glasplatten vor. Bei der Aussaat wurden einzelne Samen bereits auskeimend gefunden. Die Platten wurden aufgestellt: *a)* im Freiland, von oben durch ein improvisiertes Dach gedeckt, *b)* im Kalthaus, *c)* in einer warmen Abteilung des Gewächshauses, in der Farne, Bromeliaceen und einige Orchideen stehen, *d)* in der warmen Kiste, in der große Wärme und Feuchtigkeit verlangende Pflanzen sich befinden (Platycerien, Orchideen, *Hedysarum girans*, *Bertolonia*-, *Fittonia*-Arten, kurz ein feuchtes Tropenklima nachgeahmt ist), *e)* im *Nepenthes*-Kasten, der die Südwand dieser Kiste bildet und dessen Grund ein Wasserbecken ist, so daß hier ständig die Luft als mit Feuchtigkeit gesättigt angesehen werden kann.

Im Versuche war, wie man sieht, angestrebt, die Samen an steigend feuchteren und gleichzeitig höher temperierten Standorten zur Keimung zu bringen. Er mißlang, weil, wie bereits p. 577 erörtert wurde, die Samen zum größten Teil ihre Keimfähigkeit schon eingebüßt hatten. Die aus den verschrumpften Beeren am 16. März zu je 20 auf die Glasplatten ausgelegten Samen, waren an der feuchtesten Lokalität, dem *Nepenthes*-Kasten, hauptsächlich unter Wirkung von Bakterien, schon am 19. März einer Zersetzung verfallen. Dasselbe betraf, nur viel später und unter dem Einfluß von Schimmelpilzen, die Samen in der warmen Kiste und der warmen Abteilung des Gewächshauses. Im Kalthaus und im Freien hielten sich dauernd die schon beim Auslegen keimend vorgefundenen Embryonen und kamen, wenn auch sehr verspätet, je zwei Nachkeimungen vor. (Vergl. die Fußnote 1, p. 578.)

Den gleichen Versuch wollte ich mit Samen aus frischen, von lebenden Mistelbüschen stammenden Beeren wieder-

holen. Am 28. März wurden solche von der Apfelmistel eingebracht. Unangenehmerweise zeigte es sich, daß die meisten Samen schon im Auskeimen begriffen waren; bis zu $^1/_2$ *mm* ragten die Hypocotyle einzelner Embryonen schon vor. Ich führte den Versuch doch aus, um ein Urteil über das weitere Verhalten der Keimlinge zu gewinnen. Besonders interessierten mich die in die feuchte warme Kiste gebrachten, da Wiesner sagt: »Die in hoher Luftfeuchtigket entstandenen Keimlinge gingen bei weiterem Belassen in feuchter Luft alsbald zugrunde.« Von diesem Ausspruch beeinflußt, unterließ ich es aber bei diesem Versuch auch den feuchtesten Raum, den *Nepenthes*-Kasten, einzubeziehen. In anderer Beziehung wurde der Versuch etwas erweitert. Es wurden an zwei Orten, im Kalthaus und im Abteil des Warmhauses (Bromeliaceenhaus), je zwei Platten mit je 20 Samen ausgelegt, welche sich dadurch unterschieden, daß auf die eine Platte möglichst schleimfreie Samen, auf die andere solche mit der vollen Schleimhülle gebracht wurden, dies im Hinblick auf Wiesner's Ausspruch: »Die schleimfrei gemachten Samen keimen rascher, entwickeln meist kräftigere Würzelchen und Haftscheiben als die noch mit Schleim versehenen«. Diesen Ausspruch engt Wiesner allerdings auf Versuche in geschlossenen Räumen ein und schließt Keimversuche im Freien davon aus.

Es muß nun allerdings noch bemerkt werden, daß eine völlige Entfernung des Schleimes nie gelingt. Sehen die Samen makroskopisch auch schleimfrei aus, scheint nur ein häutiges Endokarp sie zu umhüllen, ein Schnitt durch einen solchen Samen, unter das Mikroskop gebracht und im Wasser besehen (noch besser später mit Chlorzinkjod behandelt), zeigt uns, daß stets noch eine das Endokarp vielfach an Mächtigkeit übertreffende Schleimhülle vorhanden ist. Die schleimfreien Samen unseres Versuches wären also besser als »möglichst schleimfreie« zu bezeichnen.

Den Verlauf des Versuches gibt nun nachstehende Tabelle. Am 29. März wurde er eingeleitet; es findet sich zunächst die Angabe, wie viele der Samen angekeimt, wie viele noch ungekeimt waren. Weiters sind die Mittagstemperaturen an den einzelnen Standorten der Platten angegeben. Vom 1. April an sind ferner

in den einzelnen Spalten jene Samen verzeichnet, die deutliches Wachsen der Embryonen erkennen ließen, und die eingeklammerte Zahl gibt die Zahl der wachsenden Embryonen selbst an.

Datum	Mittagstemperatur	I. Platte. Freiland 20 Samen ohne Schleim	Mittagstemperatur	II*a*. Platte. Kalthaus 20 Samen ohne Schleim	II*b*. Platte. Kalthaus 20 Samen mit Schleim	Mittagstemperatur	Farn- und Bromeliaceen-(Warm-)haus		Mittagstemperatur	IV. Platte. Warme Kiste. 19 Samen ohne Schleim
							III*a*. Platte. 20 Samen ohne Schleim	III*b*. Platte. 20 Samen mit Schleim		
29./III.	Wurde nicht beobachtet	alle angekeimt		14 angekeimt	12 angekeimt		alle angekeimt	15 angekeimt		alle angekeimt
29./III.		20 (30)		14 (25)	12 (22)		20 (30)	15 (25)		19 (36)
31./III.			16			28			30	
1./IV.			14			20		3 (5)	27	
2./IV.		6 (8)[1]	11	6 (12)	6 (12)	16	5 (8)	5 (8)	25	12 (24)
3./IV.		8 (11)	26	7 (13)	7 (14)	28	8 (13)	6 (10)	29	13 (27)
4./IV.		10 (14)	26	7	9 (18)	25	9 (14)	9 (14)	28	18 (34)
5./IV.		11 (16)	21	7	9	20	10 (15)	9	28	18
6./IV.		11	27	7	10 (20)	29	12 (18)	10 (15)	31	18
7./IV.		11	13	11 (21)	13 (24)	21	12	10	22	18
8./IV.		20 (30)	38[3]	15 (29)	17 (31)	32	17 (25)	13 (20)	33	18 (34)
11./IV.		20 (30)		17 (30)	19 (34)		18 (26)	14 (23)		18 (34)
14./IV.		20 (30)		18 (31)	19 (34)		19 (28)	15 (25)		18 (34)
20./IV.		20 (30)		18 (31)	19 (34)		20 (30)	17 (28)		18 (34)
20./IV.		† 0[2]		† 2	† 1		† 0	† 3		† 1
13./V.		† 0		† 2	† 2		† 2	† 6		† 2
4./VI.		nicht revidiert					† 3	† 10		† 9
25./VI.		† 15		† 12	† 2					

[1] Die Zahl der Samen mit wachsenden Embryonen ohne Klammern, in Klammern die Zahl der Embryonen.

[2] Ab 20. April ist die Anzahl abgestorbener Samen notiert.

[3] Diese hohe Temperatur war im Kalthaus aufgetreten; da die Schattendecken nicht herabgelassen waren, so übertrifft sie diejenige in den Warmhäusern.

Das Ergebnis lautet: Im allgemeinen fand eine gute Weiterentwicklung statt. Auch Nachkeimungen ergaben sich. Den besten Erfolg hatten die Kultur im Freiland und die eine im Bromeliaceenhaus. Alle angekeimten Samen entwickelten ihre Embryonen weiter. 95 $^0/_0$ ergab die eine Platte im Kalthaus, während die zweite dort mit 90 $^0/_0$ zurückblieb. In der warmen Kiste erfolgte Weiterentwicklung auf einer Platte bei 94 $^0/_0$ der Samen, am weitesten zurück blieb die zweite Platte im Bromeliaceenhaus, wo nur 85 $^0/_0$ erreicht wurden.

Was die Schnelligkeit der Weiterentwicklung betrifft, sind die Keimlinge der wärmsten und feuchtesten Lokalität deutlich im Vorsprung. Sie waren naturgemäß anfänglich allen übrigen an Größe überlegen; später glich sich das aus, denn wenn die Haftscheibe einmal dem Substrat angelagert ist, wird das Wachstum zunächst sistiert. Auch blieben diese Keimlinge doch recht lange am Leben, obgleich sie schon am 7. April reichlich mit *Penicillium* bedeckt waren und am 20. April zum Teil auch andere Pilze sich eingestellt hatten. Zunächst werden aber von diesen Pilzen nur die der Samenhaut anhaftenden Schleimreste ausgenützt, so daß am genannten Tage die Embryonen noch gesund aussahen. Weiterhin und vielleicht schon in dieser Zeit greifen sie aber offenbar auch das Endosperm an und dann wird auch das Kränkeln der Embryonen eintreten.

Immerhin war der Abfall am 13. Mai, also nach $1^1/_2$ Monaten, auch in der warmen Kiste, wo eine mit Feuchtigkeit gesättigte oder doch stets der Sättigung nahe Luft, verbunden mit hoher Temperatur, herrscht, erst ein minimaler. Von 19 Samen war einer nicht zur Keimung gelangt; dieser und ein gekeimter waren abgestorben. Selbst am 4. Juni, also nach mehr als 2 Monaten, lebten noch 11 Samen mit ihren Keimen. In der nach Feuchtigkeit und Wärme zunächst kommenden Lokalität, im Farn- und Bromeliaceenhaus, lebten am 4. Juni auf einer Glasplatte 17 Samen mit 25 Embryonen, auf der anderen (Samen mit Schleimhüllen ausgelegt) allerdings nur mehr 10 Samen mit 13 Keimlingen, dies aber trotz der kolossalen Verpilzung, die hier aufgekommen war.

Nicht ohne Interesse scheint mir noch eine am 25. Juni gemachte Beobachtung. Sie betrifft die beiden im Kalthaus ausgelegten Platten und die eine im Freiland, von oben gedeckt, untergebrachte. Zu meiner Überraschung waren hier sehr viel Keimlinge eingegangen, und zwar durch Vertrocknen: im Freiland 15 von 20, im Kalthaus von den schleimfrei ausgelegten Samen 12 (und auch bei den lebenden 8 war ein oder der andere Keimling schon tot), von den mit Schleimhüllen angestrichenen Samen aber nur 2. Es scheint mir dies ein neuerlicher Beleg für meine Ansicht zu sein, daß die Keimlinge der Mistel keineswegs ombrophob sind und daß im Gegenteil die Niederschläge für dieselben recht wichtig sind. Die im Freiland auf der Glasplatte ausgelegten Samen waren von oben gedeckt, der Zutritt des Niederschlagswassers also gehemmt. Nun habe ich über 1000 Keimlinge in diesem Jahr auf lebenden Pflanzen haften (für meine Versuche über die ernährungsphysiologischen Rassen), die alle im Freiland stehen, aber seit März ohne Bedachung sind, also allen Niederschlägen zugänglich. Ich glaube, daß man unter diesen 1000 Keimlingen nicht ein Dutzend vertrockneter jetzt nachzuweisen vermag! Weniger Gewicht lege ich darauf, daß im Kalthaus nur bei den schleimfrei ausgelegten Samen so viele vertrockneten, bei den mit Schleim versehen gewesenen fast kein Abfall erfolgte. Diese Platten sind vom Personal des Gartens verstellt worden. Der Eingang ist auf Trockenheit infolge zu starker Besonnung zurückzuführen und, obwohl beide Platten nebeneinander standen, ist es doch möglich, daß eine noch von der Schattendecke geschützt war, die andere aber ohne solchen Schutz direkte Besonnung erfuhr.

Die Parallelkulturen mit einerseits möglichst schleimfreien Samen, andrerseits solchen, deren Schleim voll belassen wurde, weisen ebenfalls kaum auf einen keimungshemmenden oder die Keimung schädigenden Einfluß des Schleimes hin. Anfänglich ist in beiden Häusern eher eine fördernde als hemmende Wirkung des Schleimes bemerkbar; im Kalthaus hält dieselbe an und ist das Schlußresultat mit den »Schleimsamen« etwas günstiger (95 : 90%). Im Warmhaus (Bromeliaceenhaus) ist die Sache schließlich umgekehrt, da stehen 100% der schleimfreien

Samen mit wachsenden Keimlingen, 85 % »Schleimsamen« gegenüber. Allein hier kommt jener indirekt schädliche Einfluß zutage, den der Schleim hat: ein die Entwicklung nicht nur der Schimmelpilze, sondern besonders auch der Bakterien sehr fördernder Nährboden zu sein, insbesondere, wenn sich als weitere begünstigende Faktoren noch hohe Feuchtigkeit und hohe Temperatur vereinigen.

Es ließ sich nicht gänzlich vermeiden, daß beim Spritzen der Pflanzen im benützten Warmhaus Tropfen auch auf die ausgelegten *Viscum*-Samen auf den Platten fielen. Und solche Samen, wenn sie eine Schleimhülle besitzen, sind besonders gefährdet, durch die Mikroorganismen vernichtet zu werden. Das Zugrundegehen von einem oder zwei der drei auf dieser Platte bis zum 20. April abgestorbenen Samen kann dem genannten Umstande zugeschrieben werden. Je einen Samen finden wir ja auch noch in den drei anderen Kulturen als abgestorben verzeichnet; das waren an sich schwächliche, minderwertige Samen. Im Schlußresultat, am 4. Juni, zeigt sich der ungünstige Einfluß der Schleimhülle bei der Parallelkultur im Bromeliaceenhaus allerdings deutlich; doch tritt ebenso deutlich hervor, daß die ungünstige Wirkung des Schleimes nur eine indirekte ist, insofern sie das Gedeihen von Bakterien und Schimmelpilzen fördert. Besonders rußtauartige Pilze überwucherten und vernichteten schließlich die Keimlinge.

Im ganzen ergibt sich, daß weder eine bessere Entwicklung der Keimlinge schleimfreier Samen festzustellen ist, noch daß große Luftfeuchtigkeit und hohe Temperatur an sich ein rasches Eingehen der Keimlinge bedingen. Schleim und hohe Luftfeuchtigkeit gefährden nur insofern die Keimlinge, als sie, besonders bei höheren Temperaturen, die Entwicklung von Schimmelpilzen und Bakterien begünstigen, die dann allerdings das Zugrundegehen der Samen und der Keimlinge zur Folge hat.

Den Samen der Mistel wird von Wiesner ein sehr hoher Transpirationsschutz zugeschrieben und nach Gjokič wird derselbe bewerkstelligt durch starke Cuticularisierung der

Epidermis des Endosperms und durch einen mächtig entwickelten, diese Epidermis überdeckenden Wachsüberzug. Der Transpirationsschutz wird weiter vervollständigt durch die Cuticularisierung der Epidermis des Hypocotyls und durch die Verschleimung der dasselbe umgebenden Endospermzellen.

Ein starker Transpirationsschutz der Samen ist tatsächlich gegeben und zum Teil durch die von Gjokič angeführten Einrichtungen realisiert. Hierzu dürften stoffliche Qualitäten des Zellinhaltes und, wie ich vermute, auch die größere oder geringere Menge des den Samen umhüllenden Schleimes treten. Hingegen vermochte ich den von Gjokič erwähnten mächtigen Wachsüberzug auf der Epidermis des Endosperms nicht nachzuweisen. Es wird zwar sogar der Schmelzpunkt desselben bestimmt und erwähnt, daß bei trockener Destillation eine Acroleinreaktion entsteht. Letztere scheint mir auf den großen Fettgehalt des Embryo rückführbar; das Zustandekommen der Schmelzpunktsbestimmung ist mir unklar.[1]

Im übrigen ist unsere Mistel, wie es ja ihre Lebensweise verständlich erscheinen läßt, ein ausgeprägter Xerophyt. Besonders tritt das am Hypocotyl hervor, das als erst vorzuschiebendes Organ in der Tat schon im Samen eine entsprechende Ausbildung erfährt, sie aber später noch weiter verstärkt. Das Hypocotyl, das durch eine volle Vegetationsperiode und darüber in exponierter Lage, oft noch gänzlich ohne Wasserzufuhr aus der Wirtspflanze, ausdauern muß, bedarf entsprechender Einrichtungen in besonderem Maße. Ich komme darauf in einer kleinen Mitteilung vielleicht noch gesondert zurück.

---

[1] Die recht schwierige Studie des anatomischen Aufbaues der reifen *Viscum*-Beere bedarf sehr der Aufhellung durch eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, die bei Gjokič vollständig fehlt. Auf gewisse Differenzen mit den Mitteilungen dieses weist auch Tomann in der folgend zitierten Abhandlung hin. Für die fibrösen Zellen des Endokarps (ich rechne zum Endokarp nur diese, nicht mehr die ihm stets noch anhaftenden verschleimenden Zellen, die, wie ich meine, der Viscinschicht zuzuzählen sind) gibt Gjokič Holzreaktion an. Es ist richtig, daß sie in Chlorzinkjod gelb werden, aber mit Phloroglucin und Salzsäure oder schwefelsaurem Anilin konnte ich nie eine Reaktion erhalten, die mit Sicherheit auch nur eine Spur von Verholzung erwiesen hätte.

Die Bedeutung des Beerenschleims, die Ursache der Samenruhe und deren Zweckmäßigkeit.

Die hervortretendste und wohl allgemein angenommene Bedeutung des Schleims in den Beeren der parasitischen Loranthaceen ist die durch denselben bewirkte Befestigung der Samen an den Wirtspflanzen. Wiesner hat den Umstand hervorgehoben, daß die Menge des Viscins bei den tropischen Vertretern viel geringer sei als bei unserem *Viscum album* und *Loranthus europaeus*. Er erblickt im Schleime unserer Mistel den Sitz eines Hemmungsstoffes, der die Ruheperiode der Samen in für unsere klimatischen Verhältnisse zweckmäßiger Weise verlängere. Schon in der vor kurzem in diesen Berichten veröffentlichten Mitteilung habe ich erklärt, der Annahme von Hemmungsstoffen, die auf den Mistelkeim selbst einen derartigen Einfluß ausüben würden, nicht beipflichten zu können. Die große Menge, in der das Viscin in der Mistelbeere auftritt, läßt sich ganz ungezwungen schon durch die Tatsache begründen, daß die Samen unserer Mistel eben eine normale, mehrmonatliche Ruheperiode durchmachen, während die tropischen einer solchen entbehren und sich in kurzer Zeit durch die Keimscheibe am Wirte befestigen. Bei uns muß das Haften der Samen durch den Schleim allein durch Monate halten.

Es erscheint mir aber nicht unwahrscheinlich, daß dem Schleim nebenher auch andere Aufgaben zufallen. Erstlich meine ich, daß die Schleimhülle, sowohl im gequollenen als im zur spröden Kruste eingetrockneten Zustande, mit einen Schutz gegen Transpirationsverluste des Samens bewirkt; zweitens kam ich zur Auffassung, daß der Schleim auch den Sauerstoffzutritt einengt und somit auf die Keimruhe, dieselbe verlängernd, Einfluß nimmt. Diesen Gedanken finde ich nachträglich schon in einer in Wiesner's Institut erstandenen Arbeit von G. Tomann[1] vertreten und durch geschickte Versuche weitgehend gestützt. Tomann zeigt durch Diffusions-

[1] Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtfleisches von *Viscum album* L. und *Loranthus europaeus* L. und dessen biologische Bedeutung. Diese Sitzungsberichte, I. Abt., 115. Bd., 1906.

versuche, daß der Schleim für Luft und somit auch Sauerstoff »zum mindesten äußerst schwer und langsam diffusibel ist«. Tomann scheint diese Wirkung nur dem gequollenen Schleim zuzuschreiben; ich meine, daß sie auch dem während Trockenperioden im Winter zur Kruste erstarrten zukommen dürfte. Durch die wiederholten Niederschläge während des Winters, durch allmähliches Abbröckeln während der Trockenperioden wird diese schützende Hülle mehr und mehr verringert und der Sauerstoffzutritt hinreichend, um bei Eintritt des Frühjahrs den Keimungsprozeß ablaufen zu lassen.

Auf Sauerstoffmangel, auf Ersticken dürfte auch der gegen das Frühjahr zu eintretende Verlust der Keimfähigkeit jener Samen zurückzuführen sein, die in den Beeren im Herbst eingesammelter, im Freien hängend aufbewahrter Büsche überwinterten (vgl. p. 577 und 597). Der Schleim ist in solchen Beeren, die sehr geschrumpft sind, zu einer zähen, dicklichen Masse von gelblicher Färbung geworden. An der lebenden Pflanze belassen, bleiben die Beeren bis in den Frühling hinein prall gefüllt und die Stoffwechselprozesse in der lebenstätigen Pflanze sorgen offenbar auch für die zur Lebenserhaltung der Samen nötigen Sauerstoffmengen.

Als eine Bestätigung für die geäußerte Ansicht, daß in den eingetrockneten Beeren die Samen infolge Sauerstoffmangels die Keimfähigkeit verlieren, erachte ich folgende, am 4. Juni d. J. gemachte Beobachtung. An der mit den Kiefernmistelsamen von bezeichneter Qualität beschickten, zufällig im Kalthause stehen gebliebenen Glasplatte fanden sich nunmehr fünf keimende Samen vor; es waren zu den am 13. März schon vorhandenen zwei weitere Keimungen hinzugekommen, und zwar war der eine Keimling eben erst hervorgebrochen. Diese Samen hatten auch die gelbliche Mißfärbung verloren und wieder normalen Farbenton angenommen. Offenbar war ihr Leben zur Zeit des Auslegens noch nicht völlig erloschen und konnte durch das Eintreten normaler Atmung wieder gekräftigt werden. Die Mißfärbung der Samen und ihr schließliches Zugrundegehen im eingedickten Schleim der geschrumpften Beeren wird man aber wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit auf eine endliche Wirkung der die normale Atmung sub-

stituierenden intramolekularen und des bei dieser gebildeten Alkohols zurückführen dürfen.

Die Ruheperiode, den langwährenden Keimverzug der Samen von *Viscum album* glaubte Wiesner hauptsächlich auf folgende drei Ursachen zurückführen zu sollen: »*a)* auf langsame Aufschließung der Reservestoffe, *b)* auf phylogenetisch sich betätigende Einflüsse des Lichtes auf den Keimprozeß und *c)* auf das Auftreten von die Keimung aufhaltenden Substanzen (Hemmungsstoffen) in dem die Samen umgebenden Viscinschleim«.

Von diesen drei Ursachen entfallen, glaube ich, die unter *b* und *c* genannten. Wir haben nunmehr sehr viele Beispiele kennen gelernt, wo das Licht ein die Keimung fördernder oder zur selben direkt nötiger Faktor ist (darunter Samen solcher Pflanzen, wo es absolut nicht notwendig ist, »phylogenetisch sich betätigende Einflüsse des Lichtes« anzunehmen), der aller Wahrscheinlichkeit nach in das Getriebe bei der Reaktivierung der Reservestoffe eingreift. Es ist ferner die Annahme von Hemmungsstoffen im Viscinschleim durch das inzwischen Ermittelte wohl als wenig begründet erwiesen worden. Sonach resultiert als Ursache des Keimverzuges als sicher wirksamer Faktor nur die langsame Reaktivierung der Reservestoffe. Die ist es auch, die bei anderen Samen mit Keimruhe die maßgebende Rolle spielt. Wir wissen, daß bei der Mistel ein gewisses Minimum von Temperatur, eine nicht zu geringe Lichtmenge zu den notwendigen Bedingungen gehören, daß sich diese Prozesse abspielen. Die Temperatur, ein gewisser Wassergehalt der Samen, Sauerstoff gehören zu den allgemeinsten Bedingungen der Keimung; die Notwendigkeit des Lichtes ist schon eine beschränktere. Allein wir können vielfach bei Darbietung aller dieser Notwendigkeiten die Keimruhe doch nicht künstlich beeinflussen, weil wir in das Getriebe der Umsetzungen, die bei der Reifung der Samen und bei der Reaktivierung der Reservestoffe spielen, noch nicht genügenden Einblick erlangt haben. So einfach ist die Sache keineswegs, wie Wiesner[1] p. 23 sagt: »Denn ist der Same keimfähig, besitzt er

[1] In der ersten p. 3 zitierten Abhandlung.

die nötigen Wassermengen, so benötigt er nur die Keimungstemperatur und Sauerstoff, um keimen zu können. Speziell die Mistelsamen bedürfen außerdem noch des Lichtes. Da aber diese Bedingungen schon im Herbste vorhanden sind, so müßte die Keimung schon in der Fruchtlage zur Herbstzeit eintreten. Daß dies nicht der Fall ist, erkläre ich mir durch die Annahme eines Hemmungsstoffes, einer Substanz, welche den Keimungsprozeß aufhält.« Wir haben Beispiele, wo die Darbietung aller gewöhnlichen Keimungsbedingungen die Ruheperiode nicht zu überwinden vermag. Ich erinnere an die Samen der parasitischen Rhinantheengattungen *Euphrasia* und *Rhinanthus*, die trotzdem, daß die Samen oft schon im Frühsommer reif sind, im Jahre der Keimung noch nicht zur Keimung gebracht werden können.[1] Sie keimen nach durchlaufener Winterszeit, aber auch dann nicht alle. Nach der Frühjahrsperiode keimt kein weiterer mehr, trotz Wärme, Feuchtigkeit und sonst allgemein günstigen Keimungsverhältnissen, aber nach durchlaufener zweiter Winterruhe keimen auch diese Samen. Ich wollte damit nur darauf hinweisen, daß der Ablauf der chemischen Prozesse, die sich im Samen abspielen, stets die Hauptrolle bei Bestimmung der Keimruhe hat. Wir können sie in gewissen Fällen durch Eingriffe kürzen, in anderen nicht, obwohl wir auch in solchen eine beiläufige Anschauung von den bedingenden Faktoren besitzen. Vermutlich handelt es sich um den Ablauf katalytischer Prozesse. Das Mehr oder Weniger solchen Ablaufes, der nicht bekannten Vorgänge, die zu demselben führen, mag es bedingen, daß manche Samen der genannten Rhinantheen im ersten Jahre nach der Reifung, andere im zweiten, einige allenfalls gar erst im dritten zur Keimung schreiten.

Den biologischen Vorteil, den die lange Samenruhe für die Mistel erbringt, erblickt Wiesner in dem Bewahrtbleiben der Keimlinge vor Frostgefahr. Er sagt: »Wenn zur Zeit der Fruchtreife, also im Herbst, die Samen zur Entwicklung kämen, so würden die jungen Würzelchen der Keimlinge wohl kaum

[1] Vgl. Heinricher, Die grünen Halbschmarotzer. I. (Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. XXXI, H., 1 1897) und Die grünen Halbschmarotzer. II (1898, ebendort, Bd. XXXII, p. 414).

die Winterkälte unbeschadet ihrer Weiterentwicklung zu ertragen imstande sein«. Meine Anschauung (auch jene v. Tubeuf's) ist eine andere. Die Samen ertragen unbeschädigt die tiefsten Wintertemperaturen, aber auch die Keimlinge sind frosthart. Die heuer im Februar und März hervorgebrochenen Embryonen haben alle Minustemperaturen von 3 und 4° C. ohne Schaden überstanden; der allerdings ältere Keimling übersteht auch die Gefahren des gesamten nächsten Winters mit seinen Temperaturextremen. Zu diesem Zwecke wäre also ein Keimverzug unnötig. Hingegen könnte das Keimen im Herbst leicht zu einer Erschöpfung des Keimlings führen. Der Wechsel der Temperatur würde ihm bald Wachsen gestatten, bald es sistieren. Er wäre während der winterlichen Periode viel mehr und zwecklos der Gefahr zu starker Transpiration und Veratmung wertvoller Reservematerialien ausgesetzt, als dies in seiner geschützten Lage im Samen der Fall ist. Den Einbruch in die Wirtspflanze und die Erschließung der von ihr beanspruchten Erhaltungszuschüsse vermöchte er nicht durchzuführen; und wenn selbst, würden diese spärlicher fließen, da ja auch die Wirtspflanze in eine Ruheperiode getreten ist und ihr Stoffwechsel auf das engste beschränkt ist.

Man wird daher wohlberechtigt als einleuchtenden biologischen Grund für die Samenruhe der Mistel die mit ihr zusammenfallende Vegetationsruhe ihrer Wirtspflanzen bezeichnen. Unter normalen Verhältnissen wird das Wiederinsafttreten der Wirtsbäume mit der Keimung der Mistel zusammenfallen oder derselben doch in kurzer Frist folgen.

Zur Keimung tropischer Loranthaceen.

Wiesner hat gezeigt, daß die Samen tropischer Loranthaceen des Lichtes zur Keimung nicht bedürfen und auch keine Ruheperiode durchmachen. Ein kleiner Versuch, den ich während meines Aufenthaltes in Buitenzorg ausführte, hat dies bestätigt; in einem weiteren Punkte aber wich er von Wiesner's Ergebnis ab. Unter 9 des Resumés der angezogenen Arbeit sagt nämlich Wiesner: »Die Samen tropischer Loranthaceen

keimen selbst in sehr feuchter Luft nicht oder nur sehr unvollständig; zur normalen Keimung derselben ist liquides Wasser erforderlich.«

Der von mir durchgeführte Versuch betraf zwei *Loranthus* sp., eine kleinbeerige Art, wohl *L. sphaerocarpus,* und eine großbeerige, vermutlich *L. pentandrus.* Auf den Versuch mit letzterer lege ich weniger Gewicht, da ein Keimbeginn des Embryo schon in den Beeren vorzuliegen schien.

Von der kleinbeerigen wurden am 21. Dezember 1903 drei Samen auf einen ins Wasser gestellten Zweig von *Codiaeum* ausgelegt und in die Dunkelkammer gestellt, zwei Samen kamen in gleicher Weise an das Fenster vor meinem Arbeitstisch zu stehen. Liquides Wasser wurde den Samen während des Versuches nicht zugeführt. Am 24. Dezember hatten im Dunkeln zwei Samen, im Licht einer gekeimt. Wenn auch die Zahl der verwendeten Samen gering ist, das Ergebnis ist doch ein klares und zeigt, daß die Zufuhr liquiden Wassers auch bei den tropischen Loranthaceen zur Keimung nicht nötig ist. Der bessere Keimerfolg im Dunkeln wird ja wohl dem größeren Feuchtigkeitsgehalt der Luft in der Dunkelkammer gegenüber jener des luftigen Laboratoriumraumes zuzuschreiben sein. Dafür spricht auch die am 24. Dezember 1903 ins Tagebuch niedergelegte Bemerkung: »Die Samen im Dunkeln verpilzt«.

Wiesner hat auch festgestellt, daß durch das Licht eine geringe Beschleunigung der Keimung und eine Erhöhung des Keimprozentes hervorgerufen werden. Obwohl in meinem mitgeteilten Versuche beides nicht hervortritt, möchte ich an der Richtigkeit obiger Aussage nicht zweifeln. Es wird eben in meinem Versuch die höhere Feuchtigkeit des Dunkelraumes den hemmenden Einfluß der Dunkelheit überwunden haben, während am Lichte der fördernde Einfluß des Lichtes durch die größere Lufttrockenheit paralysiert wurde.

Ich füge über die im Dunkeln erzielten Keimlinge noch folgende Notiz aus dem Tagebuch vom 2. Jänner 1904 bei: »Der im Dunkeln ausgetriebene Fortsatz ist bei allen drei Keimlingen etioliert. Die Richtung ist im Dunkeln vollkommen unbestimmt; bei zwei Keimlingen vom Substrate weg-, bei dem

dritten dem Substrat mehr zugekehrt. Die zweckmäßige Orientierung besorgt wohl das Licht.«

Zusammenfassung.

1. Samen reifer Mistelbeeren, von Pflanzen entnommen, die im Oktober abgeschnitten und dann im Freien, am schattigen Orte hängend aufbewahrt werden, geben bei Aussaat im Spätherbst und Winter gute Keimerfolge; gegen das Frühjahr zu haben sie aber ihre Keimkraft zum großen Teile eingebüßt, während Samen aus Beeren frischer Büsche sie bewahrt haben. Die Samen der stark eingeschrumpften Beeren zeigen eine Verfärbung ins Gelbliche. Sie dürften durch Ersticken im eingedickten Mistelschleim zugrundegehen und die Verfärbung dürfte auf der Einwirkung der bei substituierend eingetretener intramolekularer Atmung entstehenden Produkte (Alkohol) beruhen. Ein Teil derartiger Samen kann nach der Aussaat eventuell den normalen grünen Farbenton zurückgewinnen und sehr verspätet noch zur Keimung gelangen.

2. Der Begriff der »Samenruhe« wurde für die Mistelsamen von den Forschern verschieden gedeutet. Diesem Übelstand wird durch die Einführung des Terminus »Liegezeit« abgeholfen und beide Begriffe, »Samenruhe« und »Liegezeit«, erhalten ihre Definition.

3. Mistelsamen wurden während des warmen Februar 1912 in Innsbruck im Freiland keimend beobachtet. Daraus kann man schließen, daß in südlichen Gebieten häufiger eine Keimung schon innerhalb der Zeit des kalendarischen Winters eintritt.

4. Bei Gewächshauskultur gelang es bei reifen Mistelsamen die Keimruhe abzukürzen und bis zu 100% während des Winters zur Keimung zu bringen, während dies Wiesner höchstens bei 10% erzielte. Das gute Ergebnis wird auf die günstigen Bedingungen im Gewächshaus des Innsbrucker botanischen Gartens, insbesondere auf die Beleuchtungsverhältnisse zurückgeführt.

5. Zwischen Ruhezeit (Zeit von der Reife der Beeren bis zur Keimung) und Liegezeit (Zeit vom Auslegen der Samen bis

zur Keimung) besteht das Verhältnis, daß sich letztere um so mehr verkürzt, je mehr der Ruhezeit die Samen, innerhalb der Beeren lagernd, zurückgelegt haben.

6. Nährsalzbeigabe zur, auf Glasplatten ausgegossenen Gelatine, auf die dann Mistelsamen ausgelegt wurden, hatte keinen merklichen Einfluß auf die Keimung.

7. Die Strahlen der zweiten Spektrumhälfte verhindern nicht gänzlich die Keimung der Mistelsamen, doch wirken sie so destruktiv auf die Samen selbst, daß nur wenige bis zur Keimung gelangen. Hingegen sind die Strahlen der ersten Hälfte des Spektrums für die Keimung außerordentlich förderlich und begünstigen ersichtlich auch die weitere Entwicklung der Keimlinge.

8. Während zumeist unter den Strahlen der ersten Spektrumhälfte phototrope Reaktionen nicht zur Geltung kommen, wurden die negativ heliotropen Krümmungen der Mistelhypocotyle durch sie in ausgeprägter Weise ausgelöst.

9. Das Temperaturminimum, dessen die Mistelsamen zur Keimung bedürfen, ist zwar ziemlich hoch gelegen (bei 8 bis 10° C. nach Wiesner), doch genügte ein Temperaturmittel von 3·8° C. (Innsbruck, Februar 1912), die Keimung im Freiland einzuleiten, und sind Minustemperaturen für die Keimlinge, die frosthart sind, unschädlich.

10. Abgesehen von der vor allem entscheidenden Konstitution des Plasmas dürfte diese Widerstandsfähigkeit gegen Frost wesentlich durch den Ölgehalt, den die Embryonen des Samens, die Keimlinge in der folgenden Winterszeit und auch die Blätter (vermutlich alle Organe) der erwachsenen Pflanze im Winter reichlich aufweisen, gefördert werden.

11. Versuche sprechen dafür, daß eine mittlere Feuchtigkeit fördernd auf die Keimung der Mistelsamen wirkt.

12. Die Annahme Wiesner's, daß die Keimlinge der Mistel einen ombrophoben Charakter haben, wird bestritten. Es wird auf die im allgemeinen doch niederschlagsreiche Frühjahrsperiode hingewiesen, in welche die Keimung der Mistel fällt, und auf die der Erhaltung der Keimlinge ersichtlich förderliche Wirkung der Niederschläge in der Periode des ersten Vegetationsjahres, in der oft erst spät das Eindringen in

den Wirt und damit eine Wasserversorgung durch diesen eintritt.

13. Auch große Feuchtigkeit, selbst gepaart mit hoher Temperatur, wird von Mistelkeimlingen vertragen, wenn Bakterien und Schimmelpilze hintangehalten werden. Große Feuchtigkeit und hohe Temperatur (der Warmhäuser) wirken nicht direkt schädlich auf die Mistelkeime, sondern nur indirekt, durch die befördernde Wirkung, die sie auf das Gedeihen von Bakterien und Schimmelpilzen ausüben, die ihrerseits dann den Verfall der Mistelkeime bewirken.

14. Bakterien und Schimmelpilze werden umso gefährlicher, je mehr Schleim die ausgelegten Mistelsamen mitbekamen, weil dieser einen ausgezeichneten Nährboden für Bakterien und Pilze abgibt. Besonders ersteren verfallen — insbesondere bei hoher Feuchtigkeit und Temperatur — Samen und Keimlinge der Mistel rasch, während sie, wenigstens gegenüber einem Teil der Schimmelpilze recht widerstandsfähig sind.

15. Die von Gjokič erwähnte mächtige Wachsschicht auf der »Epidermis« des Endosperms, die dem Samen als Transpirationsschutz dienen soll, konnte nicht nachgewiesen werden.

16. Die Bedeutung des Schleims der Mistelbeeren ist vor allem die eines Befestigungsmittels. Die große Menge desselben bei unseren einheimischen Loranthaceen ist infolge der langen Samenruhe nötig; der Keim ist durch Monate nur durch den Schleim am Wirte befestigt. Wiesner's Annahme von Hemmungsstoffen im Schleim ist nicht stichhältig und die geringe Menge desselben in den Beeren tropischer Loranthaceen erklärt sich aus der Tatsache, daß die Samen keine Ruheperiode haben, die Befestigung des Keimlings also sehr bald durch seine Haftscheibe vermittelt wird. Weiters dürfte der Schleim sowohl im feuchten als im trockenen Zustand den Samen als Transpirationsschutz nützlich sein und auch den Sauerstoffzutritt einengen, wodurch die Keimruhe in zweckmäßiger Weise Verlängerung erfahren dürfte.

17. Als einleuchtender biologischer Grund für die Samenruhe der Mistel kann ihr Zusammenfallen mit der Vegetations-

ruhe ihrer Wirtspflanzen angesehen werden. Unter normalen Verhältnissen wird das Wiederinsafttreten der Wirtsbäume mit der Keimung der Mistel parallel gehen oder doch derselben in kurzer Zeit folgen.

18. Versuche mit Samen tropischer Loranthaceen bestätigten nicht Wiesner's Ausspruch, daß sie im Gegensatz zu unserer Mistel zum Keimen die Zufuhr liquiden Wassers benötigen. Ohne solche wurden sowohl im Dunkeln als am Lichte Keimungen erzielt.
